UNIVERSITY OF ST. MICHAEL'S COLLEGE TORONTO
LIBRARY

LE RADIUM

SCIENCE ET RELIGION

Etudes pour le temps présent

Le Radium

PAR

le Vicomte R. de MONTESSUS de BALLORE

Docteur ès sciences,
Maître de Conférences à la Faculté libre
des Sciences de Lille.

Le déterminisme scientifique. — La loi de la conservation de l'énergie. — Le Radium producteur d'énergie. Les propriétés physiques, chimiques et thérapeuthiques du Radium. — L'instabilité de la science. — La science ne saurait être une religion.

PARIS
LIBRAIRIE BLOUD ET Cie
4, RUE MADAME, ET RUE DE RENNES, 59

Tous droits réservés.

DANS LA MÊME COLLECTION

BALTUS (Docteur E.). — **Les Bases anatomo-physiologiques de la psychologie.** — Introduction par E. PEILLAUBE.

213-214. **Le système nerveux.** 2 vol. 13 grav. 4e édit. Prix..... **1 fr. 20**

215. **Le Cerveau.** 2 grav. 1 vol. 4e édit..... 1 vol.

COURBET (Pierre). — **Faillite du Matérialisme.** 3 vol. se vendant séparément.

74. I. — **De Lucrèce à nos jours.** 4e édit..... 1 vol.

75. II. — **Discussion ; l'atome et le mouvement.** 4e édit..... 1 vol.

76. III. — **Discussion ; l'éther, le gaz, l'attraction. — Conclusion. — Appendice.** 4e édit..... 1 vol.

DESCHAMPS (R. P. Alfred). — 222. **Un Miracle contemporain** (*Pierre de Rudder*). 4e édit..... 1 vol.

LAPPARENT (A. de), de l'Académie des sciences, — **Le Globe terrestre.** 3 vol. se vendant séparément.

77. I. — **La Formation de l'écorce terrestre.** 6e édit. 1 vol.

78. II. — **La Nature des mouvements de l'écorce terrestre.** 6e édit..... 1 vol.

79. III. — **La Destinée de la terre ferme et la Durée des temps.** 6e édit..... 1 vol.

LEROY (Abbé). — 140-141. **Pour et contre l'Evolution,** ou *Etude sur l'origine des espèces.* 4e édit. 2 volumes : Prix..... **1 fr. 20**

ORTOLAN (R. P.). — 24. **Vie et matière ou Matérialisme et Spiritualisme en présence de la Cristallogénie.** 4e édition..... 1 vol.

INTRODUCTION

Cet écrit n'a aucune prétention scientifique, aucune prétention philosophique.

Ce n'est pas en quelques pages qu'on peut exposer la question du Radium, non plus que les conséquences philosophiques de la découverte de ce corps qui, au rebours de toutes les notions acquises jusqu'ici, est producteur d'énergie.

Notre intention a été simplement d'indiquer les questions philosophiques qui se rattachent à cette découverte, d'énoncer en un langage aisément accessible les principales propriétés du Radium et de conclure que l'instabilité de la Science prouve qu'elle ne peut être une Religion.

Les lecteurs que ces questions intéresseraient pourront se reporter aux ouvrages et mémoires dont je donne plus loin la liste, tout particulièrement aux deux premiers d'entre ceux-ci : la Thèse de Mme Curie et le petit livre de M. Besson.

R. M.

LE RADIUM

I

Les philosophes de l'antiquité et, après eux, les philosophes du moyen âge voulurent détourner la métaphysique de son objet premier : la connaissance de Dieu, et en faire une cosmogonie.

Vaine fut la tentative.

Résolue à enserrer l'ensemble des faits accessibles à l'intelligence humaine dans des formules tout *à priori,* la métaphysique faillit à la tâche.

L'expérience au contraire, l'expérience précise et nette des savants du XIX^e^ siècle, s'est montrée souverainement apte à pénétrer le monde accessible à nos sens ; et l'on en vint à se poser cette question : *l'expérience peut-elle atteindre le supra-sensible,* je veux dire la *nature intime* du monde physique ?

peut-elle atteindre l'homme, dans ses origines et sa destinée ? *peut-elle atteindre Dieu ?*

La nature intime du monde ? peut-être, mais de façon négative plutôt que positive, car l'esprit humain ne saurait passer de la vue *extérieure* des phénomènes, qui seule lui est donnée, à cette vue *intérieure* qui serait la connaissance de leur nature intime.

L'homme ne peut que se faire une idée d'ensemble du monde sensible et inférer de là, par le secours de l'imagination, ce que peut être ce monde en soi ; et on le conçoit, son œuvre sera pour une grande part création de son esprit ; telle serait la reconstitution d'un édifice dont l'image seule de la façade, à l'exclusion de tout plan de l'intérieur, lui serait parvenue. Semblable aux mécanismes ingénieux que les physiciens anglais construisent pour expliquer les mouvements supposés de l'éther, toute cosmogonie ainsi faite sera une image, et seulement une image, de la réalité qu'elle s'offrira à représenter.

Du moins, cette cosmogonie sera-t-elle d'accord avec les faits accessibles à l'observation et même tendra-t-elle à les expliquer, ce que ne pouvait la cosmogonie des anciens.

Les philosophes voudront-ils borner ainsi son rôle ? Ne tenteront-ils pas d'édifier sur

cette cosmogonie une théorie de l'homme dans ses origines et sa destinée, une théodicée même ?

Sans doute : mais la tentative ne pourra qu'être stérile, car l'expérience est impuissante à traiter ces questions : seule, la révélation, adjointe au sens commun, peut les élucider ; encore, à un degré infime.

Cependant, cette cosmogonie, pour imparfaite et impuissante qu'elle soit, devra montrer, ou plutôt faire pressentir la non incompatibilité entre la science, qu'elle tendra à expliquer, et les données de la révélation. Ne pouvant se substituer à celle-ci, elle devra s'y juxtaposer. En cela, son rôle sera sublime.

Tout en haut des données de la *révélation* est le *libre arbitre,* principe qui reconnaît à l'homme une volonté efficace.

Que certains auteurs réduisent les actes libres à un nombre infime, une centaine pour la vie entière de l'individu normal, il n'en est pas moins vrai que l'acte libre existe.

Et voici que le déterminisme scientifique a voulu être la négation de l'acte libre, du libre arbitre.

Si le monde physique est régi par des lois,

si tel phénomène bien défini entraîne invariablement tel autre phénomène bien défini, l'homme vit dans un monde sur lequel il n'a aucune action, sa volonté n'est rien, non seulement quant à ce monde, mais aussi quand à lui-même.

Nous ne saurions admettre une telle proposition.

L'homme est transformateur d'énergie. A ce titre, il est capable de modifier le jeu des lois physiques. Mais peut-on prétendre que s'il frappe le sol du pied, il ira troubler le navigateur qui, à cet instant, est aux antipodes ?

Il est mieux de dire que l'*homme agit* plutôt *comme dispensateur d'énergie :* il lui serait possible à l'aide d'un train assez lourd, circulant à l'équateur, de l'est à l'ouest, de retarder sensiblement le mouvement de rotation de la terre.

Nous admettons ce disant l'existence de lois physiques *positives*. Mais voici que la science moderne regarde volontiers la dépendance de nombreux phénomènes, tel le frottement, comme le fait non plus d'*égalités,* mais d'*inégalités,* en ce sens qu'on ne serait pas fondé à dire : tel phénomène entraîne tel phénomène, mais plutôt : tel phénomène ne peut donner

lieu à tel autre phénomène. « On peut aller de Paris à Versailles de mille manières différentes, le téléphone et autres exceptées. »

Ce point de vue serait celui de nombreux physiciens modernes.

Le libre arbitre consisterait dès lors dans la possibilité de faire dériver tel phénomène de tel autre phénomène, étant donné que le phénomène dérivé est de ceux qui peuvent être enchaînés au phénomène regardé comme antécédent.

Le libre arbitre serait, peut-on dire, la possibilité de faire pencher la balance en plus ou en moins.

La loi de la « conservation de l'énergie », regardée jusqu'ici comme le principal argument des déterministes, devient elle-même à notre époque l'objet de discussions passionnées.

Le mot *énergie* signifie, comme l'indique son étymologie, la « capacité de travail ». L'énergie d'un système de corps peut être mesurée par le travail mécanique qu'il est susceptible d'effectuer.

Décomposant l'énergie en énergie *cinétique* ou *actuelle*, apparente si l'on veut, telle

l'énergie ou capacité de travail d'un corps en mouvement, et énergie *potentielle*, correspondant au travail qu'un corps sur le point de se mouvoir est susceptible de produire par son mouvement, les physiciens ont admis, jusqu'ici, que l'*énergie totale d'un système de corps soustrait à l'influence de tout corps étranger est invariable, quels que soient les états divers où passe successivement le système*.

En particulier, l'énergie totale du système stellaire, le soleil, les planètes et la terre compris, serait invariable.

Cette proposition suppose que la chaleur soit une des formes de l'énergie.

Eh bien, serait-il pure fiction de prétendre que « la quantité d'énergie du monde physique est invariable » ? Il se pourrait.

Voici que des découvertes récentes ont mis au jour un corps nouveau, le *Radium*, dont les propriétés viennent, *à priori*, contredire ce principe, *puisque le Radium apparaît comme créateur d'énergie*.

La discussion des propriétés du Radium est vive. Commencée dès la découverte de cette substance bizarre, elle se poursuit : et on ne peut prévoir encore quelles en seront les conclusions, quelle cosmogonie nouvelle

surgira, qui expliquera les propriétés du Radium.

Il est malaisé cependant aux non physiciens de prendre parti, pour ce motif que le côté technique de la question leur est étranger.

Aussi bien, mon but est d'exposer ici *le fait physique* avec tous ses développements nécessaires, quitte à réduire la discussion philosophique à ses grandes lignes.

Alors, il sera loisible à chacun de suivre la discussion passionnée qui se poursuit en ce moment, de se faire une opinion et de justifier cette opinion.

II

Certains corps sont *lumineux,* d'autres sont *chauds*.

Chaleur et lumière se manifestent à nos sens, au toucher, à la vue. Qui plus est, chaleur et lumière sont capables de modifier chimiquement ou physiquement telles ou telles substances déterminées.

La chaleur, à un certain degré d'intensité, détermine la déflagration de la poudre.

La lumière fait que les bromure, chrorure et iodure d'argent deviennent réductibles par certaines substances organiques, phénomène qui est la base des procédés photographiques usuels.

Déflagration de la poudre, modification des sels d'argent, sont des phénomènes chimiques.

Phénomène chimique encore, l'action de la lumière sur la gélatine mélangée avec le

bichromate de potasse. Cette substance, préparée dans l'obscurité, est soluble dans l'eau ; après exposition à la lumière, elle devient insoluble. De là, comme on sait, la photogravure. On expose pendant quelque secondes à la lumière, sous un cliché négatif, une feuille de métal couverte de gélatine bichromatée, puis on plonge la feuille dans un bain d'eau tiède ; la gélatine restée soluble sous les noirs du cliché se dissout et les blancs du cliché apparaissent en relief. Après dessication, on obtient une planche dont les reliefs correspondent aux noirs de l'objet photographié et les creux à ses parties brillantes. On établit ensuite par compression ou par galvanoplastie une autre planche en creux, sur laquelle on tire les épreuves, à la façon des gravures en taille douce.

Par contre, la dilatation qu'éprouve le mercure des thermomètres exposés à la chaleur est un phénomène physique.

Il n'y a pas lieu de distinguer ici les effets physiques de la chaleur, ou de la lumière, de leurs effets chimiques — distinction assez subtil ed'ailleurs — mais seulement de faire cette remarque importante : *que l'un des deux sens, vue ou toucher, qui nous rendent sensibles la lumière et la chaleur, pourrait être*

suppléé par l'autre, une fois connues les actions physiques ou chimiques des rayons lumineux ou calorifiques.

Concevons en effet un être privé du sens du toucher, mais non pas de la vue. Il ne sentira ni le chaud ni le froid, mais, s'il est pourvu d'un thermomètre, il percevra par la vue le chaud et le froid.

De même, un aveugle pourrait distinguer le jour de la nuit, en observant qu'à certaines époques la gélatine bichromatée exposée en plein air devient insoluble dans l'eau, au lieu qu'à des époques intermédiaires elle n'éprouve point cette modification.

Cette remarque, *que la vue peut être suppléée dans une certaine mesure par le toucher* importe ici à amener cette autre remarque : *que la vue peut être suppléée par la vue.*

Je m'explique.

L'œil humain n'est pas parfait. Il ne voit pas *tous* les rayons lumineux. Si l'on regarde une flamme à travers un prisme de verre, on aperçoit une sorte d'arc-en-ciel, qui se détache sur un fond noir ; de part et d'autre sont les couleurs extrêmes, le rouge et le violet. Or, en dehors du violet, dans la région noire appelée *ultra-violet,* certains privilégiés

perçoivent une teinte spéciale : l'*amaranthe*. Qui plus est, une plaque photographique, placée dans cette région, est rapidement impressionnée.

A l'ultra-violet du spectre correspondent donc des rayons inaccessibles d'ordinaire à la vue directe, mais qui se révèlent cependant à l'œil par l'intermédiaire de la plaque photographique; « la vue de l'effet supplée à la non-vision de la cause, » eussent dit les Anciens.

Les rayons lumineux invisibles de l'ultra-violet ne sont pas les seuls à impressionner ainsi les plaques photographiques.

M. Becquerel a fait, il y a quelques années, cette découverte sensationnelle : que deux métaux, connus jusqu'alors des seuls chimistes, l'*Uranium* et le *Thorium*, émettaient des rayons capables d'impressionner les plaques photographiques.

Ces rayons, que les composés du thorium et de l'uranium émettent semblablement, se distinguent des rayons lumineux en ce qu'au contraire de ceux-ci, ils traversent toutes les substances solides, liquides ou gazeuses, pourvu que l'épaisseur de ces substances n'atteigne pas de trop fortes proportions. De plus, ils rendent l'air conducteur de l'électricité.

Au contraire encore des rayons lumineux, ils ne peuvent être ni *réfléchis* par le miroir, ni déviés par le *prisme,* ni *polarisés*.

Ce ne sont pas des rayons lumineux, ce ne sont pas des rayons calorifiques ni des rayons électriques. Même si l'on peut les rapprocher de certains rayons, dits de Sagnac ou encore d'autres rayons, découverts par Lenard, on ne peut les identifier avec ceux-ci.

Les rayons de Becquerel sont donc spéciaux à l'uranium, au thorium et à leurs composés.

M. Rutherford en a fait une étude très approfondie, en partant de la propriété qu'ils ont de rendre l'air conducteur de l'électricité.

III

Madame Curie, étudiant en 1900 les radiations découvertes par M. Becquerel, fit cette constatation *très importante* que certains minéraux renfermant du thorium et de l'uranium étaient non seulement radioactifs comme ceux-ci, *mais jouissaient à un plus haut degré que ceux-ci de ces propriétés radioactives* qui attiraient alors l'attention du monde savant.

Cette découverte parut grosse de telles conséquences — et l'était en effet — que Mme Curie voulut dès lors se consacrer à l'étude de ces substances qui, indubitablement, renfermaient un corps nouveau, plus radioactif que l'uranium et le thorium.

M. Curie voulut lui-même abandonner les

études qu'il poursuivait par ailleurs et seconder Mme Curie.

On sait quels furent les brillants résultats de cette collaboration : découverte d'un élément nouveau, le *Radium,* de puissance radioactive incomparablement plus grande que ne le sont l'uranium et le thorium et, par là même, *mise en évidence de ce fait,* qui pouvait passer inaperçu avec le thorium et l'uranium, *que certains corps, tout au moins le Radium, sont capables d'émettre des rayons lumineux et des rayons calorifiques en dehors des conditions ordinaires où se produisent ces rayons.*

Les principaux minéraux doués d'un pouvoir radioactif plus élevé que l'uranium sont l'*Autunite,* la *Carnotite* et la *Pechblende.*

L'autunite se trouve en France, non loin d'Autun, tout près du village de Broye. Elle n'est guère plus active que l'uranium.

La carnotite, minerai de vanadate d'urane récemment découvert par MM. Friedel et Canenge, est plus active que l'autunite. Elle l'est moins cependant que la chalcolite et surtout que la pechblende de Pzibran, celle-ci dépassée à son tour par la pechblende de Joachimstal et, plus encore par la pechblende

de Johanngeorgenstadt, toutes originaires d'Autriche.

Dès le début de leurs travaux, M. et Mme Curie s'attachèrent à extraire de la pechblende la substance nouvelle, particulièrement radioactive qu'ils prévoyaient devoir y rencontrer, le *Radium*.

Aucune des méthodes chimiques alors connues ne pouvait les conduire au but. Il s'agissait en effet de retirer de la pechblende un corps radioactif et la méthode de recherche ne pouvait en conséquence qu'être basée sur la radioactivité, phénomène alors peu étudié.

Voici le *schéma* des opérations qu'eurent à effectuer M. et Mme Curie : mesure de la radioactivité de la pechblende, dissociation de ce produit, mesure de la radioactivité de chacune des parties constituantes obtenues, mise à part de celle de ces parties présentant le plus de radioactivité, dissociation de ce nouveau produit et ainsi de suite.

Le corps cherché, le *Radium,* entre ainsi dans des proportions de plus en plus élevées dans certains produits des dissociations effectuées.

La suite des opérations est longue, compliquée, mais du plus haut intérêt. La résumer sera donner une idée des difficultés qui se présentent dans la chimie moderne.

Ce sera aussi montrer combien précis et minutieusement contrôlés sont les résultats qui servent de base aux théories modernes, au rebours des cosmogonies anciennes qui n'étaient que le vain jeu d'esprits imbus d'intuition, d'*à priori* et de vagues analogies.

Et cependant les théories modernes n'en sont guère moins instables, tant est grande la part que prend l'esprit à leur élaboration, tant il y a loin du fait à son explication physique... Voici que déjà le célèbre système du monde de Laplace est ruiné... que pensera-t-on dans un siècle de nos idées actuelles sur le Radium ?

La pechblende, d'abord broyée, est grillée avec du carbonate de soude et la matière résultant de ce traitement est lessivée à l'eau chaude, puis à l'acide sulfurique étendu. Il reste un résidu insoluble qui contient tout le Radium de la pechblende et aussi des sulfates de plomb et de chaux, de la silice, de

l'alumine, de l'oxyde de fer, des sels aussi de la plupart des métaux connus : ceux-ci à éliminer.

Ce résidu est traité par une solution concentrée et bouillante de soude ordinaire, qui transforme l'acide sulfurique combiné au plomb, à l'alumine et à la chaux, en sulfate de soude. De simples lavages à l'eau éliminent alors le sulfate de soude et, du même coup, le plomb, la silice et l'alumine.

La portion insoluble, le résidu, est alors attaquée par l'acide chlorhydrique, qui en dissout une grande partie et entraîne le *Polonium* et l'*Actinium* dont nous aurons à parler dans la suite. Dans le résidu que laisse cette opération, se trouve concentré le Radium.

Ce résidu, incomparablement plus riche en Radium que la pechblende primitive, est traité à son tour par une dissolution concentrée et bouillante de carbonate de soude, lavé à l'eau et attaqué encore par l'acide chlorhydrique, repris à chaud par le carbonate de soude, puis par l'hydrogène sulfuré, filtré, peroxydé au moyen du chlore : l'ammoniaque pure entraîne alors la formation d'un dépôt ou précipité.

Auparavant, le Radium se concentrait dans

les précipités, aux dépens des parties solubles ; ici, il se trouve par contre dans la dissolution ; on l'en précipite aussitôt par le carbonate de soude et ce dernier précipité est enfin transformé en chlorure qu'on lave à l'acide chlorhydrique.

Une *tonne* de pechblende donne par ces diverses opérations, *huit* kilogrammes de résidu, mélange de chlorure de baryum et de chlorure de Radium, dont la puissance radioactive est *trente* fois supérieure à celle de la pechblende. La pechblende employée était à son tour deux fois plus active que l'uranium.

Il s'agissait ensuite d'éliminer du mélange le chlorure de baryum et d'obtenir le chlorure de radium pur.

Mme Curie y parvint en dissolvant le mélange dans l'eau distillée pure et en portant le tout à l'ébullition, jusqu'à ce qu'en raison de l'évaporation de l'eau, la solution fût saturée. Refroidie, la solution déposa de beaux cristaux, plus radioactifs que le mélange précédent de chlorure de baryum et de chlorure de Radium, plus riche par conséquent en Radium.

Ce traitement fut répété plusieurs fois, avec cette modification : qu'une dose de plus

en plus forte d'acide chlorhydrique était ajoutée à l'eau bouillante. Il donna en fin de compte du *chlorure de Radium pur,* qui *se trouva être un million de fois plus radioactif que la pechblende.*

Entre temps, Mme Curie obtenait deux substances nouvelles, fortement radioactives encore, le *Polonium* et l'*Actinium*.

Le polonium est une substance voisine du bismuth au point de vue analytique et l'accompagnant dans les séparations. On obtient du bismuth de plus en plus riche en polonium en traitant certains résidus provenant de la pechblende. On n'a pu encore séparer le bismuth du polonium.

L'actinium accompagne le thorium de la pechblende. Il est très pénible de l'en séparer. Il a été découvert par M. Debierne. M. Marckwald aurait réussi récemment à isoler le polonium en traitant le bismuth radioactif par le chlorure d'étain.

La complication extrême du procédé permettant de préparer le radium fait que le prix de ce corps est des plus élevés.

Voici les prix actuels (1) du bromure de baryum et Radium, d'après son degré de pureté :

(1) *Juin 1905*. — Ces prix nous ont été communiqués par *M. Billaut,* fabricant de produits chimiques à Paris.

(Activité comparée à celle de l'Uranium.)

Activité.	Prix.
40	8 fr. le gramme.
100	15 fr. —
240	40 fr. —
1.000	35 fr. les 2 décigram.
3.000	40 fr. le décigramme.
7.000	85 fr. —
10.000	125 fr. —
20.000	250 fr. —
50.000	100 fr. le centigramme
100.000	200 fr. —
500.000	750 fr. —
1.800.000 (bromure de Radium pur).	350 fr. le milligram.

La découverte récente en France d'une région riche en minéraux radifères (Grury, Saône-et-Loire) permet d'espérer de notables et prochaines réductions de prix.

IV

Il était de première importance de mettre en évidence la présence du *Radium* dans les divers résidus que donnait le traitement de la pechblende, de montrer que le Radium n'était pas retenu dans les dissolutions.

M. Demarçay se chargea de ce travail. Il y parvint au moyen de l'analyse spectrale, dont nous allons rappeler le principe.

Si l'on examine avec un spectroscope, instrument composé de primes en verre, un corps incandescent, liquide ou solide, on voit une sorte d'arc-en-ciel qu'on appelle un *spectre*. Un corps gazeux — une flamme de gaz où l'on a introduit quelques parcelles de sel marin, par exemple — donne lieu à un phénomène de même ordre, mais différent ; l'arc-en-ciel est remplacé par un ensemble de raies brillantes se détachant sur un fond noir et *toujours le même pour un même corps introduit dans la flamme*. Un dispositif spécial permet enfin de transformer les raies brillantes en

raies obscures et, du même coup, le fond noir de tout à l'heure reprend les couleurs de l'arc-en-ciel.

Or, les raies qui se détachent sur l'arc-en-ciel caractérisent le corps introduit dans la flamme : l'observation permet donc d'analyser chimiquement un corps introduit dans une flamme.

Les premiers échantillons de chlorure de baryum médiocrement *radifère* examinés par M. Demarçay lui montrèrent, en même temps que les raies du baryum, une raie *nouvelle,* d'intensité notable, placée dans la partie ultra-violette du spectre.

Avec les produits plus concentrés préparés ensuite, la raie se renforça et, en même temps, de nouvelles raies apparurent. Toutes étaient comparables en intensité aux raies du baryum.

Une concentration plus prononcée encore accusa l'intensité des raies nouvelles, cependant que les raies du baryum devenaient moins visibles.

Pour le dernier produit obtenu par Mme Curie, le spectre du baryum avait enfin à peu près disparu.

Les raies du Radium, qu'on put alors déterminer, se montrèrent au nombre de onze, dont trois très intenses, deux dans le violet et une

dans le bleu-vert, toutes nettes et étroites. M. Giesela en outre reconnut deux belles bandes rouges dans ce spectre.

D'après les remarquables études de M. Demarçay, le Radium peut figurer, comme le sodium, parmi les corps ayant la réaction spectrale la plus sensible : on sait que les seules particules de sodium contenues dans l'air sous forme de sel marin suffisent à faire apparaître la raie jaune, caractéristique de ce corps, dans le spectroscope.

Néanmoins, la *radioactivité* est un caractère plusieurs milliers de fois plus sensible que l'analyse spectrale.

D'après les théories modernes, les corps sont composés d'atomes et l'une des données essentielles de la chimie est le rapport du poids de l'atome d'un corps donné au poids de l'atome d'hydrogène.

La détermination de ce rapport, appelé poids atomique, est des plus difficiles, d'autant que la moindre erreur commise dans son évaluation peut entraîner d'importantes erreurs touchant les composés chimiques.

Les deux premières déterminations du poids atomique du *Radium* furent faites avec

des chlorures, l'un 230 fois, l'autre 600 fois plus actif que l'uranium. Ici, le poids atomique trouvé fut celui du baryum.

L'expérience suivante, faite avec un chlorure 3.500 fois plus actif que l'uranium donna le poids atomique 135 du baryum. On avait dès lors la preuve que le poids atomique du Radium dépassait celui du baryum.

Ces déterminations successives, faites avec des chlorures de plus en plus purs, donnèrent les chiffres 141, 146, 174, 225 ; ce dernier devant être considéré comme exact à *une* unité près.

Le chiffre élevé du poids atomique du Radium, chiffre dépassé pour deux éléments seuls, est une particularité intéressante de ce corps nouveau.

Les propriétés de *fluorescence* et de *phosphorescence* du Radium ne sont pas moins propres à le faire remarquer.

Certains corps, tels le sulfure de calcium et le sulfure de baryum, ont la propriété d'émettre des rayons lumineux après qu'on les a exposés à la lumière. Cette propriété, perceptible quand le corps est dans l'obscurité, est essentiellement temporaire. On la

nomme *phosphorescence,* bien qu'elle soit toute différente de la luminosité du phosphore, celle-ci due à l'oxydation et n'exigeant en rien l'action préalable de la lumière : mais il y a analogie apparente.

D'autres corps, solides comme le spath fluor et le verre d'urane, ou liquides comme la dissolution de sulfate de quinine dans l'acide tartrique et comme la teinture de gaïac, s'illuminent jusqu'à une certaine profondeur quand on les expose à la lumière ; il semble que la lumière se diffuse en partie dans leur épaisseur même. On dit qu'ils sont *fluorescents*.

La fluorescence disparaît quand l'action de la lumière excitatrice cesse, mais la phosphorescence persiste encore quelque temps. A cela près, les deux phénomènes paraissent obéir aux mêmes lois. C'est ainsi que *l'un et l'autre sont plus particulièrement provoqués par les rayons bleus, violets, ultra-violets*. Si l'on reçoit le spectre solaire sur un écran recouvert de sulfure de calcium ou badigeonné avec la solution de sulfate de quinine, on voit cet écran s'illuminer au delà du violet visible — dans la partie noire du spectre avoisinant le violet — et les raies de l'ultra-violet que décèlent la photographie devien-

nent ainsi apparentes : car l'écran reste obscur aux points où les radiations font défaut.

Semblablement, une glace en verre d'urane placée devant l'oculaire du spectroscope, permet d'observer *directement* les raies ultra-violettes des spectres des métaux, grâce à l'illumination qu'elles produisent sur cette substance fluorescente.

Les rayons émis par le *Radium* et aussi le *Polonium* et l'*Actinium,* provoquent la fluorescence de certains corps, tout particulièrement du platino-cyanure de baryum, lequel est influencé jusqu'à des distances de 2 mètres et plus, *même si l'écran recouvert de platino-cyanure de baryum est séparé du Radium par des corps absorbants,* le corps humain par exemple.

Avec le temps, la luminosité des substances fluorescentes exposées à l'action des substances radioactives diminue ; la substance fluorescente se transforme : c'est ainsi que le platino-cyanure de baryum brunit, que le verre se colore en brun ou en violet.

Cette coloration du verre disparaît sous l'action de la chaleur, mais il se produit alors un dégagement de lumière.

La fluorine, qui dégage *temporairement* de

la lumière sous l'action de la chaleur et devient alors inerte, recouvre son aptitude à produire de la lumière quand on l'a exposée à l'action du Radium.

Par contre, le sulfure de zinc qui a été exposé à l'action de la lumière *ou du Radium* pendant un temps suffisant perd ses propriétés de phosphorescence.

Enfin, le diamant est rendu phosphorescent par le Radium, au contraire de ses imitations en strass, ce qui donne un moyen sûr de l'en distinguer.

C'est ici le lieu de parler de l'*action radiographique* des sels de Radium.

Chacun sait ce qu'est l'étincelle électrique, diminutif de l'éclair qui accompagne la foudre.

Dans un gaz *raréfié,* l'étincelle électrique se ramifie et devient une gerbe de lignes fines, faiblement lumineuse. Pour une pression suffisamment faible, l'étincelle se transforme en *lueur* continue qui, à la pression moindre encore du tube de Geissler, se partage en tranches.

Réduisant à nouveau la pression, la lueur se transforme en une belle phosphorescence

verte qui paraît émaner de la paroi de l'ampoule en verre contenant le gaz et plus spécialement d'un point de cette paroi qu'on appelle la *cathode*.

Les rayons qui paraissent émaner de la cathode, dits rayons cathodiques, jouissent de propriétés très remarquables : ils sont déviés par l'aimant, ils ne traversent pas le verre mais l'aluminium, toutes propriétés qui n'appartiennent pas aux rayons lumineux ordinaires.

Si l'on concentre les rayons cathodiques sur une lame de platine, ils se détruisent et l'on constate alors que la lame de platine s'échauffe fortement et, de plus, qu'elle devient le centre de radiations particulières, découvertes par M. Röntgen ; *ce sont les célèbres rayons X*.

Ces rayons sont extrêmement remarquables : ils rendent fluorescents les écrans recouverts de platino-cyanure de baryum; ils impressionnent les plaques photographiques comme les rayons lumineux ; mais à la différence de ceux-ci, ils se propagent toujours en ligne droite, sans se réfléchir ni se réfracter. Ils traversent l'air, le verre, le bois, le papier, la chair, mais non pas les métaux.

De là résultent leurs applications si connues à la radiographie.

Si l'on interpose la main entre un tube producteur de rayons X et un écran de verre recouvert de platino-cyanure de baryum, on aperçoit sur l'écran une ombre légère de la main, dans laquelle se détache en plus noir l'ombre du squelette lui-même, pour cette raison que les os sont beaucoup moins transparents que la chair aux rayons X.

Semblablement, tout corps métallique introduit dans la main se décèle par son ombre.

On sait que ce fait permet de rechercher les corps étrangers, tels que les balles, qui se sont introduits dans le corps humain.

Un dispositif analogue à celui de l'écran permet la photographie du squelette.

Pour la main, on enferme dans un châssis une plaque sensible au gélatino-bromure, on applique la main sur le châssis et on expose le tout aux rayons X.

Une pose de quelques secondes suffit à impressionner la plaque, qu'on développe ensuite par les procédés ordinaires.

Les différences existant entre les transparences de diverses matières aux rayons radi-

fères permettent d'obtenir des radiographies analogues à celles des rayons X.

Si la source radiante est constituée par quelques centigrammes d'un sel de Radium, la radiographie d'un porte-monnaie placé à 1 mètre de distance demande un jour. Ce laps de temps tombe à 1 heure si la distance est réduite à 20 centimètres et devient insignifiant si l'objet est placé dans le voisinage immédiat du sel de Radium.

Les métaux, sauf l'aluminium, sont en général opaques aux rayons radifères.

Les effets chimiques proprement dits du *Radium* sont aussi des plus remarquables.

Le verre n'est pas seul à se colorer sous leur action. La porcelaine, le sel gemme, la sylvine changent eux-mêmes de couleur, les sels alcalins passent du blanc au bleu, vert, jaune, brun, etc.

Le phosphore blanc des allumettes ordinaires devient le phosphore rouge incorporé dans certaines catégories des allumettes dites de sûreté.

Le papier devient fragile et s'effrite.

Les rayons émis par un sel de Radium enfermé dans une ampoule scellée trans-

forment en ozone l'oxygène de l'air de l'ampoule, mais sont sans action sur l'air extérieur à l'ampoule.

Une solution de bromure de Radium dégage continuellement des gaz, de l'oxygène surtout.

Le chlorure et le bromure de Radium à l'état solide donnent aussi lieu à un dégagement continu de gaz.

Mme Curie attribue à de tels dégagements gazeux deux accidents qui se sont produits dans les expériences de M. Curie. Dans l'une, une ampoule de verre mince scellée, remplie de bromure de Radium solide et sec a fait explosion deux mois après la fermeture, à l'occasion d'un faible échauffement.

Dans l'autre, une ampoule contenant du chlorure de Radium éclata sous l'action d'un échauffement atteignant 300 degrés.

Il y a donc danger à chauffer les sels de Radium préparés depuis longtemps et même à les conserver dans un tube hermétiquement clos.

Les rayons du *Radium* sont de trois sortes : *les rayons* α, qui sont en majeure partie, *les rayons* β, *les rayons* γ.

Les rayons α sont relativement peu déviés par l'aimant, sont fort peu pénétrants : une plaque d'aluminium de 2 centièmes de millimètre d'épaisseur les absorbe presque entièrement. Ils s'éteignent dans l'air à quelques mètres de la source radioactive.

Les rayons β, au contraire, plus sensibles à l'action de l'aimant, agissent à une distance beaucoup plus grande que les rayons α. Ils sont de deux sortes, les uns très pénétrants, les autres peu.

Plus pénétrants encore sont les rayons γ, bien qu'ils soient insensibles à l'aimant.

M. J. Perrin a montré que les rayons cathodiques étaient chargés d'électricité négative et qu'ils transportent leur charge à travers les enveloppes métalliques réunies à la terre et à travers les diélectriques ; en tout point où ils sont absorbés, se produit un dégagement continu d'électricité négative.

Le même phénomène a été constaté par M. et Mme Curie pour les rayons du Radium tout spécialement pour les rayons β.

Mais il y a plus, *le Radium est apparu dans les expériences faites à ce sujet comme un corps se chargeant spontanément d'électricité,* phénomène qui lui est propre. On ne connaît

aucun autre corps se chargeant spontanément d'électricité.

Le Radium, enfermé dans une enveloppe de verre mince et parfaitement isolé se chargerait à un potentiel élevé. M. Curie ayant à remettre du Radium à M. P. Besson et voulant le changer de tube, raya le verre de l'enveloppe. Aussitôt, le bruit d'une étincelle électrique fut nettement perçu.

Ce phénomène est absolument analogue à celui qui se produit dans les bouteilles de Leyde trop fortement chargées.

Mais le RADIUM *est doué de propriétés plus importantes encore que celles-ci, que la fluorescence, la phosphorescence et le pouvoir radiographique mêmes, que la possibilité enfin de pouvoir se charger spontanément d'électricité.* LE RADIUM EST LUMINEUX PAR LUI-MÊME, LE RADIUM EST PRODUCTEUR DE CHALEUR, *se distinguant nettement en cela de tous les corps connus jusqu'à ce jour.*

Tous les composés du baryum radifère sont spontanément lumineux. Leur luminosité ne peut être perçue à la grande lumière du jour, à dire vrai, mais seulement dans une demi-obscurité ou dans une pièce éclairée à la

lumière du gaz. La lumière émise n'en est pas moins réelle : elle suffit à permettre la lecture.

Elle émane de la *totalité* des composés radifères, et non pas seulement de leur surface. A l'air humide, elle diminue d'intensité, mais elle revient à son éclat primitif, dès qu'on assèche l'air. Enfin, sous certaines conditions, la luminosité persiste des années entières, sans doute même indéfiniment, puisqu'elle n'a en rien varié depuis la mise au jour des composés radifères étudiés.

MM. Curie et Laborde ont aussi constaté que *les sels de Radium sont le siège d'un dégagement de chaleur spontané et continu*. Cette propriété si remarquable ne se manifeste que peu à l'instant où on les dégage de la pechblende, mais elle s'accentue peu à peu et atteint son plein dans l'espace d'un mois, restant telle après ce laps de temps.

L'excès de température d'un sel de Radium sur le milieu environnant est d'environ 3 degrés centigrades.

La chaleur dégagée en 6 jours par un poids donné de Radium équivaut à la chaleur que dégage un même poids de charbon quand il brûle.

Tout dégagement de chaleur et de lumière,

SAUF EN CE QUI CONCERNE LE RADIUM, *est le fait d'une transformation chimique.*

Ainsi d'ordinaire, la chaleur provient d'une combinaison de l'oxygène de l'air à quelque élément, que cet élément soit le carbone du charbon ou l'hydrogène du gaz d'éclairage.

Il en est de même de la respiration, qui correspond à une combustion lente.

D'autre part, l'antimoine et l'arsenic, mis en présence du chlore, s'unissent à ce gaz en devenant incandescents, mais, au contraire de ce qui se passe pour le Radium, il y a transformation chimique des éléments mis en présence. Après le dégagement de lumière, le *mélange* de chlore, d'arsenic et d'antimoine a fait place à un composé.

Le débit spontané de chaleur et de lumière dont le RADIUM *est le siège, a donné lieu, on le conçoit, à la plus vive stupéfaction.* Nous verrons dans la suite comment on a tenté de l'expliquer.

J'indique ici encore l'action de la température sur le rayonnement des substances radifères.

L'émission subsiste aux basses températures. Le chlorure de Radium plongé dans

l'air liquide — à 150° sous zéro — y est encore lumineux ; sa luminosité paraît d'ailleurs s'accroître à l'instant où on l'en retire.

De même le chlorure de Radium fondu à 800° est encore radioactif et lumineux. Toutefois, une chauffe prolongée à température élevée abaisse pour un temps la radioactivité du produit, jusqu'au quart de son intensité ordinaire. Revenu à la température ordinaire et laissé au repos, le chlorure de Radium recouvre deux mois après la chauffe ses propriétés antérieures.

Les notions précédemment exposées suffisent à nous faire connaître ce qu'est le Radium au point de vue physique et au point de vue chimique.

Il ne sera pas inutile de donner en outre un aperçu des très particuliers effets physiologiques qui lui sont propres.

Son action sur l'épiderme est des plus marquées.

Une capsule en celluloïd ou en caoutchouc mince contenant un sel de Radium est-elle placée sur la peau, une rougeur se produit, soit de suite, soit quelque temps après l'application. Puis vient une ampoule, une ulcé-

ration profonde même et très longue à guérir.

Après une expérience de ce genre, tentée par M. Curie, la guérison n'eut lieu que quatre mois plus tard.

L'action physiologique des sels de Radium se produit à travers toutes les enveloppes, sauf le plomb. Le seul procédé pratique permettant d'éviter les accidents en question est de ne transporter les sels de Radium qu'une fois enveloppés dans une feuille de ce métal.

On essaye actuellement d'employer les sels de Radium dans le traitement de certaines maladies de la peau. L'importance de la question et l'avenir qui semble réservé à cet usage du Radium sont tels qu'il nous faut y insister.

*
* *

Je rappelle ici que les rayons dégagés par le *Radium* sont de trois espèces : en majeure partie les *rayons* α, relativement peu déviés par l'aimant, très peu pénétrants et pour ce motif presque entièrement absorbés par une plaque d'aluminium de deux centièmes de millimètre d'épaisseur, et se propageant dans l'air jusqu'à 6 mètres de distance seulement; *les rayons* β, ceux-ci en quantité

moins grande mais plus sensibles à l'action de l'aimant, agissant à plusieurs mètres et comprenant des rayons très pénétrants et des rayons peu pénétrants; enfin *les rayons* γ, en quantité minime, insensibles à l'aimant, mais très pénétrants.

Les rayons α *et en partie les rayons* β *seuls peuvent donc avoir une action sur la peau.*

Une exposition *unique* à un sel de Radium très actif produit sur une peau *saine* une érythème, suivi au bout de deux à trois semaines d'une dermatite avec soulèvement de la peau et suintement, comme après une brûlure ; trois mois après la guérison étant achevée, la peau est déprimée, luisante, glabre et boursouflée sur le pourtour comme après une brûlure.

Une suite d'expositions répétées, mais de moindre durée chacune que l'exposition unique de tout à l'heure produit des effets analogues.

Au contraire, une longue exposition à un sel de Radium peu actif n'amène pas d'accidents ulcéreux.

D'après le Dr Pissaref, les *radiodermites* causées par un sel fortement radioactif sont, comme les brûlures, de quatre sortes.

1er degré, caractérisé par non modification, au début, de la surface de la peau, et par la

chute des poils, qui se produit deux à trois semaines après l'opération ;

2e degré, érythème au début, démangeaison, desquamation, alopécie encore.

3e degré, érythème intense, suppuration, vive démangeaison, ulcère.

4e degré, destruction totale de la peau, accompagnée parfois de douleur atroce, ulcération jaune ou grise s'étendant au loin, escharre purulent, cicatrisation des plus lentes.

Les *radiodermites* présentent cette particularité toute spéciale de se déclarer huit à trois semaines seulement après l'application du sel radio-actif.

Le Docteur Danlos a essayé de traiter le *lupus* par les sels de Radium. La substance, d'activité 1.000, puis 1.800, 5.200, 19.000, 200.000, était enfermée dans des sachets imperméables faits de caoutchouc ou de celluloïd.

Les sachets, maintenus à l'aide de bandes de flanelle ou de gaze étaient appliqués pendant 6, 8, 24, 48, 100, 120 heures selon les cas.

Voici, d'après le Docteur Danlos, ce qu'on observe, après une application de vingt-quatre à trente-six heures (en plaques de 19.000

à 5.200) : « Tout d'abord un peu de rougeur ou même rien, puis après un temps variant de six à quinze ou vingt jours, suivant l'état antérieur de la peau, l'épiderme, sous la partie qui a subi l'application, et dans une étendue qui ne dépasse guère celle de la plaque, prend un aspect macéré, blanchâtre et tombe. Souvent aussi, il se fait une phlyctène flasque ; celle-ci déchirée, l'ulcération se complète en quelques jours. Nous l'avons vue très superficielle mais sa sécrétion est assez abondante. Avec les intensités radiantes faibles, il n'y a pas de sensations morbides particulières. Après des applications prolongées de plaques fortes et particulièrement à la face, il peut se développer des douleurs. Après six semaines à trois mois, l'ulcération se comble, laissant une cicatrice blanche de très bon aspect. »

Les effets produits dépendent de l'activité de la substance, du temps d'application, de l'état de la zone sur laquelle on agit.

En général, il y a lieu de distinguer trois périodes dans le traitement du lupus.

1°Une phase préulcérative, de huit à vingt-un jours précédant l'érythème ; après celui-ci, une macération : la place exposée devient blanchâtre, elle s'entoure parfois d'une zone

rougeâtre et se recouvre de croûtelles ou de phlyctènes flasques ;

2° Une phase d'ulcération, produite par la réunion de petites excoriations disséminées aux points où se trouvent des tubercules en activité. L'ulcération a un aspect blanchâtre ; elle est atone, dépourvue de bourgeons, d'où la lenteur de la cicatrisation. Le liquide suintant est soit incolore, soit sanguinolent. Les feuilles de plantin lavées à l'eau pure diminuent la douleur que cause l'ulcère et hâtent la guérison.

3° Une phase de cicatrisation dont la seule particularité est la longueur, quinze et vingt-cinq jours et plus : jusqu'à trois mois.

Consécutivement à l'application du Radium se produit une sclérose accentuée.

Malgré ces inconvénients, le Radium a réussi à guérir certains cas de *lupus,* rebelles jusqu'ici à tout traitement. Si on ne peut conclure pour l'heure à une guérison définitive, le lupus étant fort sujet à récidives, il y a lieu d'espérer le succès.

De même pour le *cancer,* maladie redoutable, dont les cas deviennent de plus en plus fréquents.

De nombreux cas de cancer ont été guéris en Angleterre, en Allemagne, en Autriche.

Enfin, le Radium a été essayé dans certaines affections des yeux, et s'est révélé, là et ailleurs, comme un analgésique des plus puissants.

*
* *

L'action du Radium sur l'homme est encore mystérieuse. La gravité des accidents à craindre ne permet en effet d'opérer qu'avec les plus grandes précautions.

Aussi bien, son action sur les autres êtres organisés a pu être étudiée plus complètement.

Elle arrête en deux ou quatre heures le développement du microbe *micrococcus prodigiosus,* ensemencé dans l'agar-agar, et du microbe du charbon.

Elle est plus vive sur le cobaye que sur le lapin. Une application qui produit chez le cobaye une plaie et une alopécie assez étendue, ne fait qu'exciter la croissance des poils chez le lapin.

Cet effet excitant est tout spécial : nous n'en n'avions rencontré jusqu'ici aucun cas.

Un échantillon de Radium très actif a paralysé des souris et leur a causé des convulsions : mort s'en est suivie.

M. Danysz a provoqué une hémiplégie

chez un lapin trépané en plaçant pendant huit heures un tube scellé, contenant du Radium très actif, contre la dure-mère.

Enfin, le Radium influe considérablement sur les animaux en voie de croissance, les larves de crapaud et de grenouilles.

Les individus qui survivent à son action éprouvent des modifications dans leur constitution, les unes immédiates, les autres postérieures et se révélant au moment de la transformation en têtard.

Plus bas dans l'échelle des êtres organisés, les feuilles des plantes jaunissent et s'effritent.

On nous annonce enfin d'Angleterre *que le Radium engendrerait la vie* dans des milieux stérilisés et mis à l'abri de toute invasion de germes extérieurs.

Je ne crains pas de dire qu'ici je suis fort sceptique.

Tout au moins est-il prudent de réserver son opinion.

On ne peut affirmer des faits de telle importance avant qu'ils n'aient été vérifiés dans de nombreux laboratoires et par des savants étrangers les uns aux autres.

V

Ainsi le Radium, entre autres propriétés très remarquables et encore mal connues, propriétés physiques, chimiques et physiologiques, *produit,* SANS ALTÉRATION APPARENTE *de la chaleur et de la lumière,* contredisant en cela les principes de la chimie moderne, qui regarde tout dégagement de chaleur ou de lumière comme le fait d'une modification chimique.

Cette constatation, pour importante qu'elle soit, ne saurait suffire à édifier une théorie du Radium.

Encore faut-il étudier le phénomène même de la radioactivité. Constater en effet que telle réaction chimique se fait avec dégagement de lumière n'est pas en effet faire une théorie de la lumière. Ce n'en est que l'occasion.

L'étude de la *radioactivité induite* nous permettra, sinon d'atteindre le but, du moins d'esquisser une ébauche de la théorie de la radioactivité.

M. et Mme Curie ont constaté au cours de leurs recherches concernant le Radium que *toute* substance qui séjourne au voisinage d'un sel radifère devient elle-même radio-active.

On pourrait penser que cette radioactivité *induite* est due à un transport de poussières émanant du Radium : il n'en est rien, comme le prouvent les nombreux faits que voici :

1° L'activité d'un corps exposé à l'action du Radium augmente avec le temps de l'exposition, se rapprochant toutefois d'une certaine limite qui n'est pas dépassée ;

2° L'activité d'une lame influencée par le Radium disparaît quelques jours après qu'on l'a soustraite à cette action ;

3° La radioactivité induite ne dépend en rien de la nature des corps influencés ;

4° La radioactivité induite est d'autant plus forte que le sel du Radium est lui-même plus actif.

Les phénomènes de radioactivité induite sont aussi plus intenses et plus réguliers quand le sel de Radium et le corps à influencer sont placés en vase clos. Même, les gaz enfermés avec le sel de Radium deviennent radio-actifs.

Ces phénomènes de radioactivité induite

apportent de très grands troubles dans les laboratoires où l'on étudie les substances radioactives.

Les poussières, l'air de la pièce où l'on opère, tous les appareils, les vêtements de l'opérateur deviennent radioactifs. L'air devient conducteur de l'électricité et, pour ce motif, les appareils électriques cessent d'être isolés.

Tel est l'état où se trouve le laboratoire que M. et Mme Curie ont à l'Ecole de Physique et Chimie de la Ville de Paris.

Les opérations chimiques ne peuvent dès lors être faites dans le même local que les mesures chimiques.

Un fait capital vient ici établir un lien entre le Radium et d'autres corps plus anciennement connus : *le Thorium,* en effet, *et ses composés sont capables de produire le phénomène de la radioactivité induite.*

La radioactivité induite paraît être le fait d'une ÉMANATION *gazeuse.* C'est *cette émanation, ce gaz,* qui aurait la propriété de rendre radioactifs les corps qui se trouvent dans l'espace. Il s'y trouverait disséminé, tout comme la vapeur d'eau et l'acide carbonique.

L'émanation dont on aurait constaté la présence non seulement dans le voisinage des

corps radioactifs et du thorium aurait aussi été retrouvée dans le pétrole brut et dans les eaux de source : elle se dégagerait de celles-ci quand on les porte à l'ébullition ou bien quand on y insuffle de l'air.

La nature de l'émanation est encore hypothétique, mais MM. Ramsay et Soddy pensent qu'elle se transforme en *Hélium,* ce corps dont Lockyer avait, au moyen de l'analyse spectrale, reconnu la présence dans la chromosphère solaire, bien avant que Ramsay ne l'extraye de la clévéite et n'en mit au jour le premier échantillon connu.

Au début de leurs travaux M. et Mme Curie avaient reconnu que la pechblende chauffée dans le vide donnait des produits du sublimation très actifs, quoique, à vrai dire, en minime quantité. En recueillant les produits gazeux de la sublimation, ils obtinrent un gaz qui, renfermé dans un tube en verre, agissait comme un corps radioactif et donna entre autres des impressions photographiques. Cette activité décrut peu à peu et finit par disparaître. A l'analyse spectrale, le gaz étudié présentait les raies de l'oxyde de carbone.

D'autre part, la pechblende renferme de l'hélium.

Enfin le spectre du Radium possède 12 raies caractéristiques sur lesquelles 5 lui sont communes avec l'hélium.

Cette propriété du Radium, d'émettre un gaz se transformant en hélium, n'est pas moins caractéristique que l'émission indéfinie de chaleur et de lumière, déjà retenue.

Il faudrait voir dans ce fait une véritable *transmutation* si, comme il y a tout lieu de le croire, le Radium et l'hélium sont des corps simples.

La chimie moderne nous donne foule d'exemples de transformations de corps composés, mais non pas d'exemples de transformation de corps simples, de transmutations, ce rêve des alchimistes, cette fameuse question de la *pierre philosophale*.

Les antiques problèmes de la *duplication du cube,* de la *trisection de l'angle,* de la *quadrature du cercle* sont aujourd'hui résolus, négativement du moins : *leur impossibilité est démontrée*.

Restent le *mouvement perpétuel* et la *transmutation des corps simples*.

Dumas ne regardait pas la transmutation des métaux comme impossible. Berthelot a écrit : « Au commencement de ce siècle, la chaux et les alcalis étaient regardés comme

des éléments ; la découverte de la pile permit de les dissocier en éléments plus simples ; dès lors, rien n'empêche de penser qu'une invention analogue à celle de la pile nous fournira le moyen de réduire les corps que nous regardons actuellement comme simples. »

La philosophie scientifique du XIX^e^ siècle fut éminemment sceptique : *rien n'était vrai, hors ce qui était démontré par les faits.*

Aujourd'hui, on s'accorde plutôt à penser que *toute hypothèse, non directement contredite par des faits d'expérience, peut représenter une part de vérité.*

Nos pères ne croyaient que ce qu'ils voyaient, en matière scientifique, s'entend : nous, nous avouons franchement notre ignorance, quand nous ne voyons pas.

En conséquence, *nous ne nions plus à priori* la transmutation, *qu'il s'agisse des métaux ou du Radium.*

Mais il est temps de passer à l'exposition des théories concernant le Radium.

VI

Dès la mise au jour des corps radioactifs, alors que leurs propriétés étaient à peine connues encore, la *spontanéité de leur rayonnement* s'est posée comme un problème du plus haut intérêt.

Quoi de réel, quoi d'apparent dans ce phénomène qui venait contredire les lois les plus sûres de la physique et de la chimie moderne ?

Si les études entreprises ont réussi à définir les radiations émises par le Radium, à les rapprocher des rayons cathodiques et des rayons X, à pénétrer leur nature, la *cause* de la radioactivité spontanée est restée mystérieuse et ce phénomène est toujours une énigme et un sujet d'étonnement profond.

Les corps spontanément radioactifs, et en premier lieu le Radium, sont des SOURCES

D'ÉNERGIE, énergie qui se révèle par les effets chimiques et lumineux qui leur sont dus, par le dégagement continu de chaleur qui leur est propre.

CETTE ÉNERGIE EST-ELLE CRÉÉE DANS LES CORPS RADIOACTIFS EUX-MÊMES, OU BIEN EST-ELLE EMPRUNTÉE PAR CES CORPS A DES SOURCES EXTÉRIEURES ?

A priori, cette dernière hypothèse est séduisante. Elle permet de ne pas excepter le Radium de l'univers constitué par le XIX^e^ siècle, de se laisser bercer par cette illusion : que nous avons pénétré les secrets de cet univers, que les lois de cet univers viennent se condenser dans le principe de la conservation de l'énergie....

De même encore, si l'on admet que l'énergie radioactive actuelle est le résultat d'actions antérieures à son apparition...

Et que n'a-t-on pas tenté dans cette voie ! On a été jusqu'à dire que l'énergie radioactive correspond à une transformation de l'atome même du corps radioactif, au lieu que jusqu'ici l'atome était regardé comme immuable par nature : or, toute transformation de l'atome serait la négation même de l'atome, au moins de l'atome tel qu'on l'entend d'ordinaire...

Il faut le dire : *nous ne savons rien encore au sujet du Radium et toute hypothèse concernant le Radium est, à l'heure actuelle, prématurée.*

CONCLUSION

Il ne suffit pas d'observer, il faut se servir des observations, il faut *pour cela* généraliser et construire des théories, toute théorie ou cosmogonie ayant moins pour but de nous expliquer le mécanisme caché des faits physiques que nous permettre de les prévoir.

De tout temps on a édifié des théories, mais le souvenir des erreurs passées a rendu l'homme de plus en plus circonspect : on a donc généralisé de moins en moins... ou plutôt on s'est de moins en moins attaché à regarder les théories physiques comme des représentations adéquates de la vérité.

D'aucuns ont voulu voir en cela un scepticisme blâmable, d'aucuns pensent volontiers que le physicien moderne, protagoniste d'une école philosophique qui s'est efforcée à accumuler ruine sur ruine, est un être dangereux.

Grave erreur. L'observation nous révèle

chaque jour des phénomènes nouveaux qui longtemps ont attendu leur place dans l'édifice péniblement construit jusqu'alors ; parfois même, il faut, pour les y introduire, démolir toute une partie de l'édifice : c'est l'histoire de la science d'hier, de la science d'aujourd'hui, ce sera l'histoire de la science de demain. Et l'on ne douterait pas de cette science ?

Le *Radium* n'échappera pas à cette nécessité et le scepticisme scientifique ne fera que s'en accroître.

Bien loin de combattre ce scepticisme, *j'en conclus à* LA FAILLITE DE LA SCIENCE COMME MÉTAPHYSIQUE.

Qu'est-ce que l'homme ? qu'est-ce Dieu ? qu'est-ce que le monde ? Autant de questions dont l'étude constitue la métaphysique, autant de questions que l'expérience ne saurait atteindre.

Là est l'argument péremptoire à opposer aux philosophes qui ont voulu faire de la science une métaphysique, que dis-je : *une religion*.

On ne saurait trop leur répéter que la seule apparence du phénomène est du domaine de l'expérience, que la science n'existe pas et ne saurait exister en tant que

cosmogonie, qu'à plus forte raison la science ne peut guère nous éclairer en ce qui touche à l'homme et surtout en ce qui touche à Dieu.

La seule révélation peut répondre à ces questions.

Ainsi apparaissent à peu près nettement définis les rôles de la révélation, du sens commun et de l'expérience, la révélation se rapportant à Dieu, aussi bien en lui-même que dans ses rapports avec l'homme, le sens commun se référant au contraire au rôle de l'homme dans l'univers, l'expérience enfin nous aidant à pénétrer cet univers.

Le tort des philosophes du moyen âge et de l'antiquité fut de vouloir substituer la révélation et le sens commun à l'expérience ; le tort des philosophes de l'école positiviste fut de faire une religion de la science.

La vérité est dans un juste milieu.

BIBLIOGRAPHIE

Sklodowska Curie : *Recherche sur les substances radioactives.* — Paris : Gauthier-Villars.

P. Besson : *Le Radium et la Radioactivité*, Paris : Gauthier-Villars.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences : 1898 et suiv. passim. (M. et Mme Curie, MM. Debierne, Demarçay, Becquerel, Villard, Sagnac, Barq, Laborie, Danysz, Daume, Pilippo Ré, etc.)

Giesel, *Phys. Zeitschrift,* 15 sept. 1900 ; *Vied Ann.* 2 nov. 1899 ; *Berichte d. deutsch. chem. Gessel, t. XXI.*

Meyer et von Schweidler, *Ann. anzeiger Wienn,* 3 et 9 nov. 1899 ; *Physik. Zeit.* t. I.)

J. J. Thompson, *Phil. Mag.* 1897.

W. Wienn, *Werh. phys. gesell. zu Berlin,* 1897.

Lencerd, *Wied Ann. 1898.*

Dorn, Abh. Halle 1900.

Paulsen, M. et Mme Curie, Becquerel, *Rapports au Congrès de physique,* 1900.

Des Coudres, *Physik. Zeitschrif,* nov. 1902.

Sagnac, *Thèse.*

Curie, *Société de physique,* 1899.

Darier, *Clinique ophtalmologique,* oct. 1903.

Rutherford, *Phil. mag.,* 1900.

Mac-Lennan, *Phil. mag.,* 1902.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION..... 5

I. — La Science et Métaphysique.

La métaphysique n'est pas une cosmogonie. — L'expérience seule est apte à pénétrer le monde physique. — Aucune cosmogonie n'est adéquate à son objet. — Le déterminisme scientifique nie le libre arbitre. — L'homme, être libre, est dispensateur d'énergie..... 7

II. — Principes généraux.

Corps lumineux et corps chauds. — Les sens peuvent se suppléer mutuellement et la vue peut suppléer à la vue. 14

III. — Le Radium.

Origine des recherches de M. et Mme Curie. — La pechblende. — Traitement de la pechblende. — Prix actuels du bromure de Radium..... 19

IV. — Les propriétés caractéristiques du Radium.

Spectre du Radium. — Poids atomique du Radium. — Fluorescence et phosphorescence dues au Radium. — Action radiographique du Radium. — Effets chimiques du Radium. — Le Radium source de lumière et de chaleur. — Effets physiologiques du Radium. — Son utilisation médicale. — Le lupus. — Action du Radium sur les microbes, sur les vertébrés, sur les végétaux. — Le Radium et la Vie..... 27

V. — La radioactivité induite.

Toute substance qui séjourne au voisinage d'un sel radifère devient elle-même radioactive. — Cette radioactivité induite n'est pas le fait d'un transport de poussières émanantes du Radium. — On retrouve l'*émanation* dans les eaux de source, ailleurs encore. — L'émanation se transforme en Hélium. — Transmutation de matière. — Philosophie du XX^e^ siècle..... 50

VI. — Théorie concernant le Radium.

L'énergie dégagée par les corps radioactifs est-elle créée dans ces corps mêmes ou bien est-elle empruntée par ces corps à des sources extérieures ? Incertitudes. — Théories physiques en général. — La science ne saurait être une métaphysique, non plus qu'une religion..... 56

CONCLUSION..... 58

BIBLIOGRAPHIE..... 61

914-05. — Imp. des Orphelins-Apprentis, F. BLÉTIT, 40, rue La Fontaine, Paris.

UNIVERSITY OF ST. MICHAEL'S COLLEGE TORONTO
LIBRARY
DEC 1 2 2008